



NC STATE UNIVERSITY



Influência das plantações tropicais de eucaliptos sobre os ciclos do carbono, da água e dos nutrientes: *avanços recentes no Brasil e no Congo*

J-P Laclau, Y Nouvellon, JLM Gonçalves, JL Stape, J Ranger, G le Maire, OC Campoe, C Marsden, AV Krushe, MC Piccolo, MZ Moreira, L Mareschal, H da Rocha, LEG Barrichelo, J-P Bouillet

Por quê estudar plantações de eucaliptos?

Alta relevancia socio-econômica e ambiental:

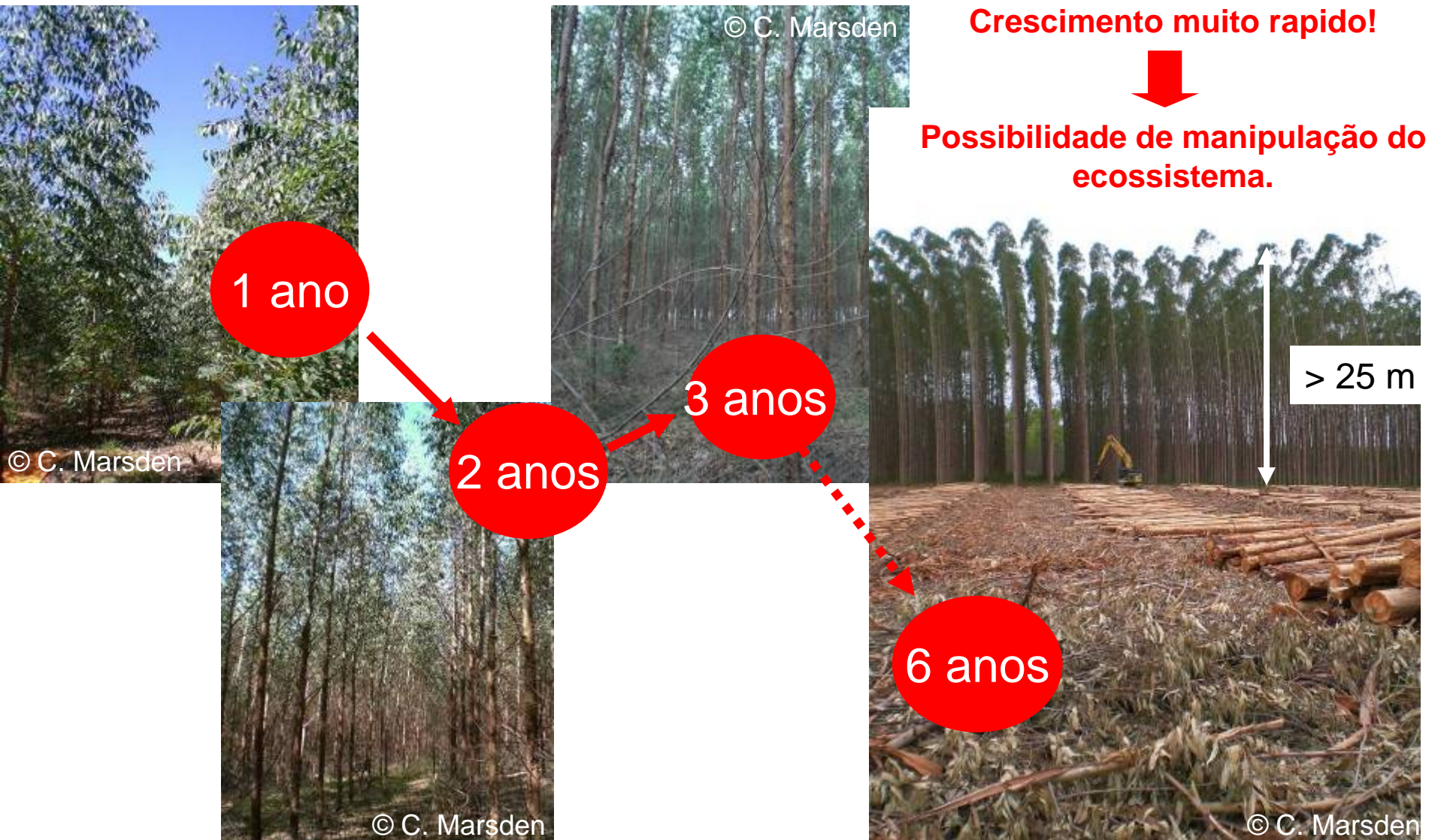
- Precisamos de alternativas para reduzir a pressão sobre as florestas nativas.
- > 20 milhões de hectares no mundo;
- Incremento forte no Brasil: 4,5 milhões de ha em 2009;
- Uma mesma silvicultura para um uso múltiplo da madeira:
 - Industrial: celulose, carvão, painéis,...
 - Pequenos produtores: lenha, construção,...

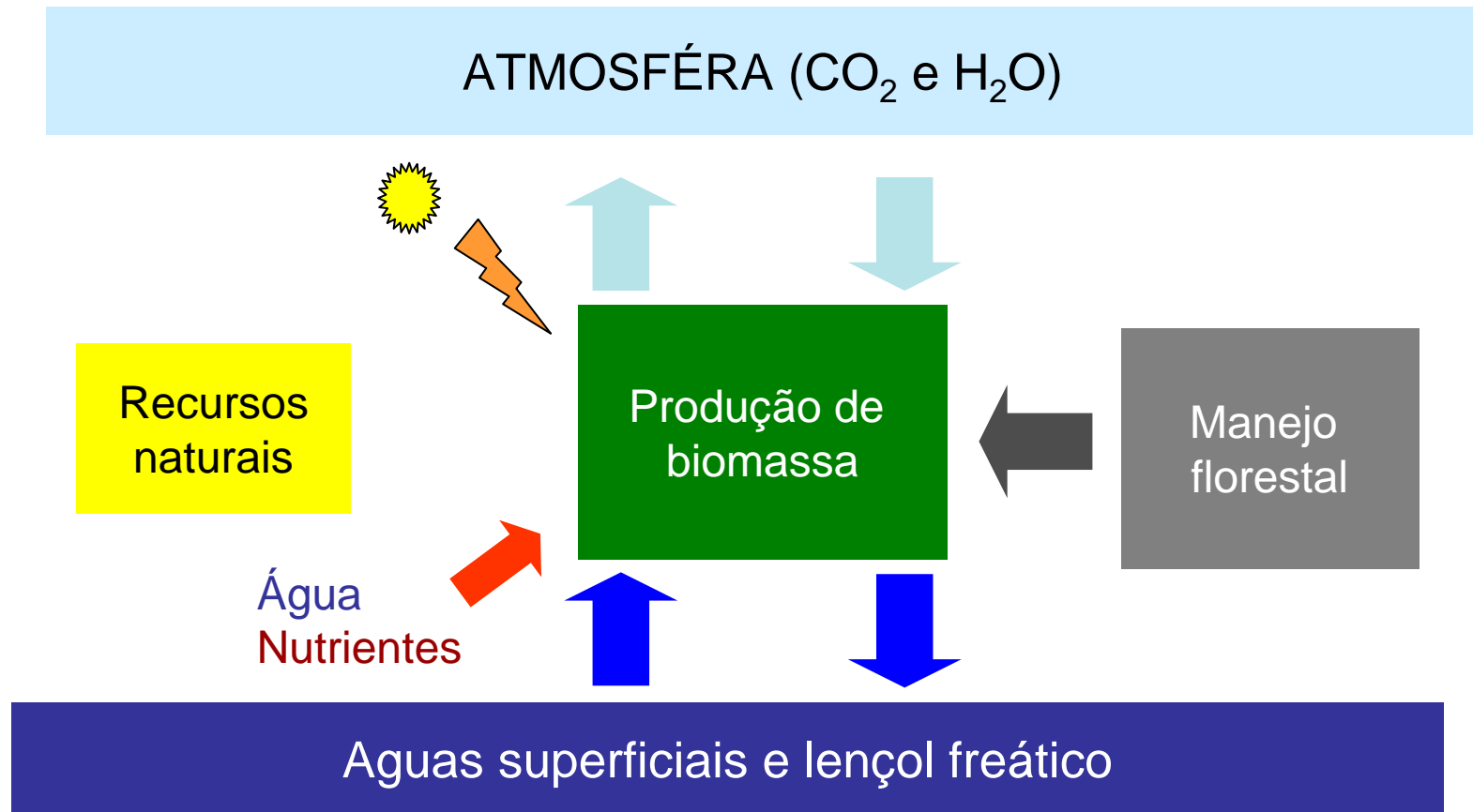
Por quê comparar o funcionamento das plantações no Brasil e na África?

O principal papel do CIRAD: contribuir a melhorar a agricultura das regiões tropicais.

- ➡ 3 pesquisadores na USP (desde 2002);
- ➡ Um projeto do IPEF aprovado na Agência Brasileira de Cooperação sobre este tema;
- ➡ Excelentes infraestruturas na USP para pesquisa;
- ➡ Um objetivo comum de todos os parceiros: **melhorar a silvicultura a partir da compreensão do funcionamento das árvores: no Brasil mas também em regiões mais pobres;**

Produção das plantações de *Eucalyptus*

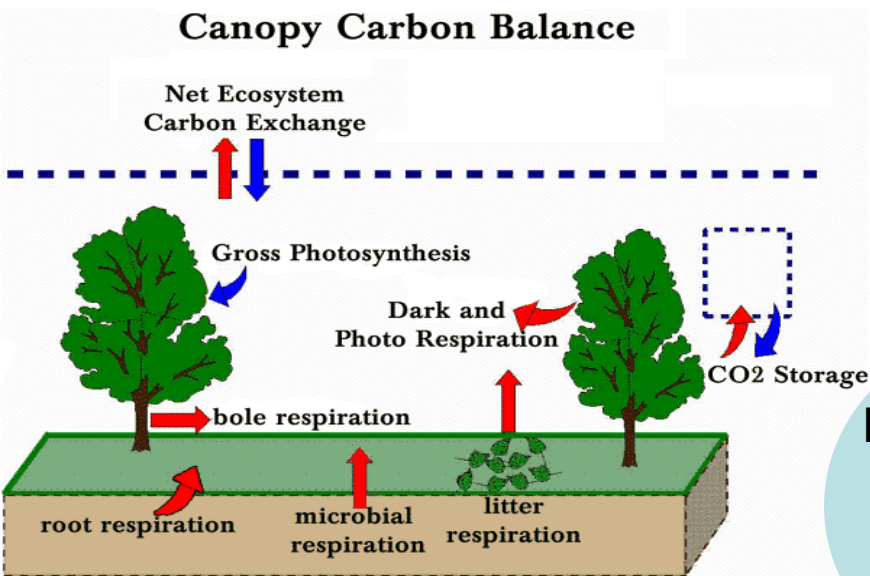


Baixa produtividade no Congo**15-20 m³ ha⁻¹ ano⁻¹****Alta produtividade no Brasil****40-50 m³ ha⁻¹ ano⁻¹**

Biodiversidade é um aspecto importante que deve ser considerado na escala da paisagem, mas não foi estudado por nossa equipe



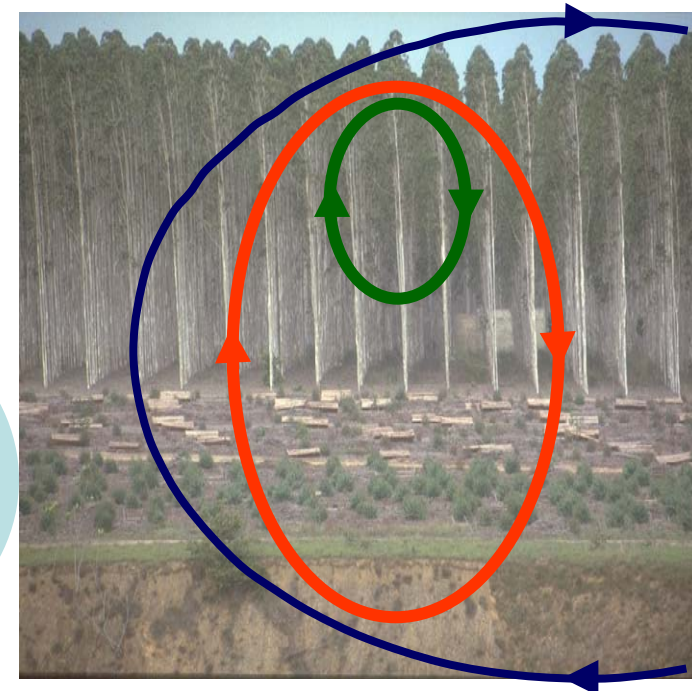
Uma abordagem biofísica da sustentabilidade do manejo florestal



Ciclo do carbono

- Sequestro de carbono
- Principais fluxos (fotossíntese, respiração, alocação de C)
- Produção de biomassa,...

Monitoramento Intensivo nos sistemas escolhidos



Ciclos dos nutrientes

- Fluxos no ecossistema,
- Balanços para a rotação,...

Ciclo da água

Evapotranspiração, eficiência de uso da água, influência sobre o lençol freático,...

Conjunto de abordagens experimentais, modelagem e sensoriamento remoto

generalização

Processos

Monitoramento intensivo
em plantações comerciais
(Congo & Brasil)

Eddy covariance: Medições
contínuas dos fluxos de CO_2
e H_2O

Fluxos na escala das árvores
(fotossíntese, fluxo de seiva,...)



Medições leves numa
rede de talhões
comerciais

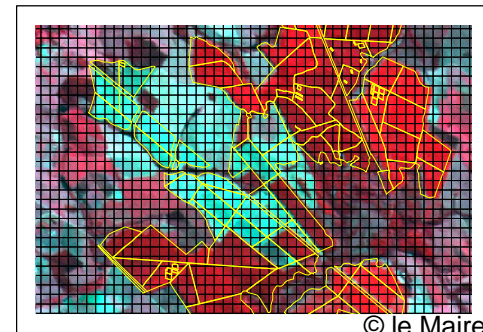
Monitoramento
biogeoquímico: fluxos de
água e nutrientes nas plantas
e no solo



Sensoriamento remoto e
modelagem para
generalizar os resultados
experimentais

Imagens satélites de
resolução média, alta e muito
alta

G'DAY modelo C- H_2O -N no
ecossistema



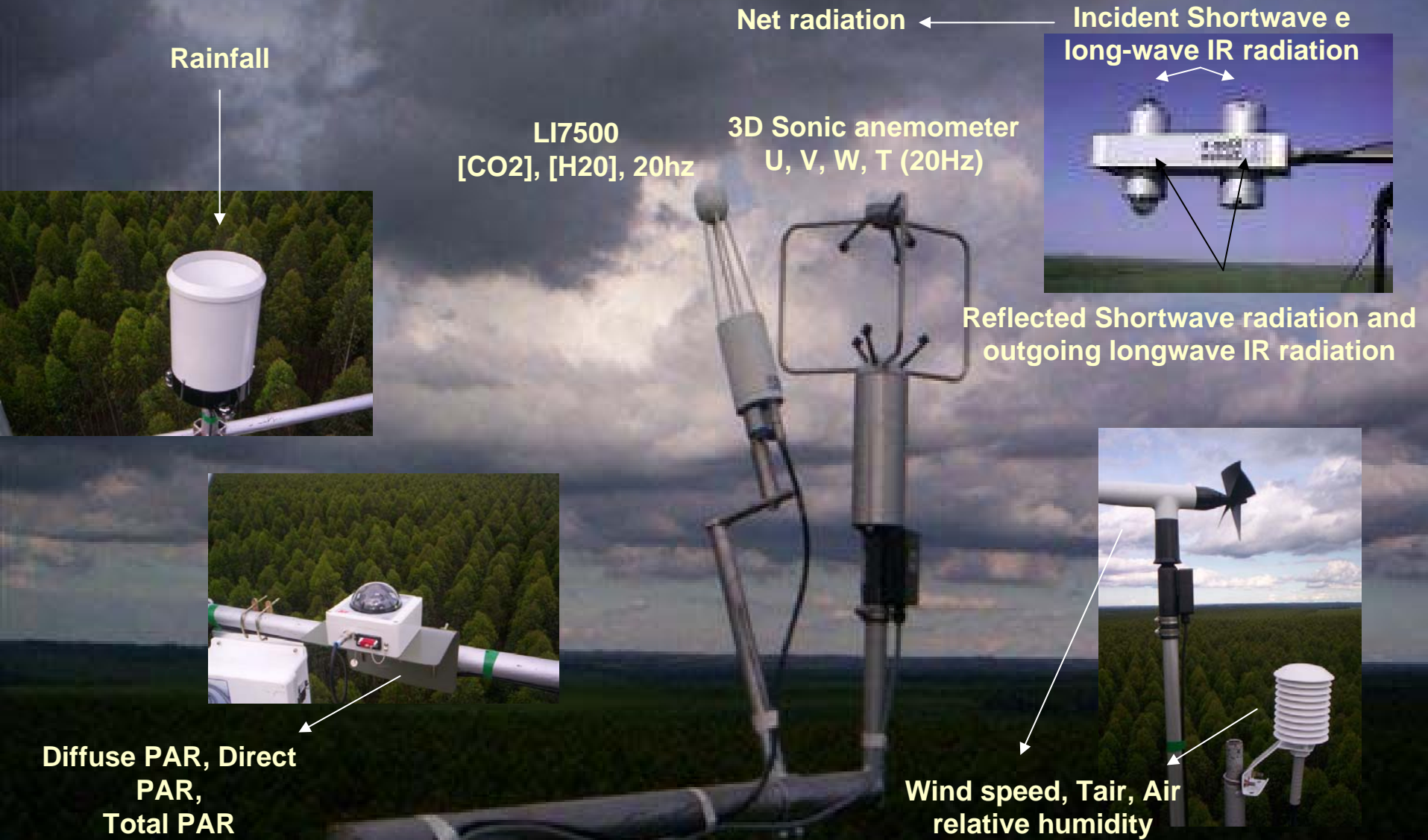
Projeto EucFlux, Duratex, Itatinga, SP

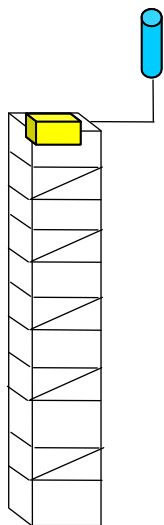


Até o final da rotação

02/08 09/09 11/09
↓ ↓ ↓
Colheita Plantio

Trocas de carbono entre atmosfera e floresta quantificadas por « Eddy-covariance »





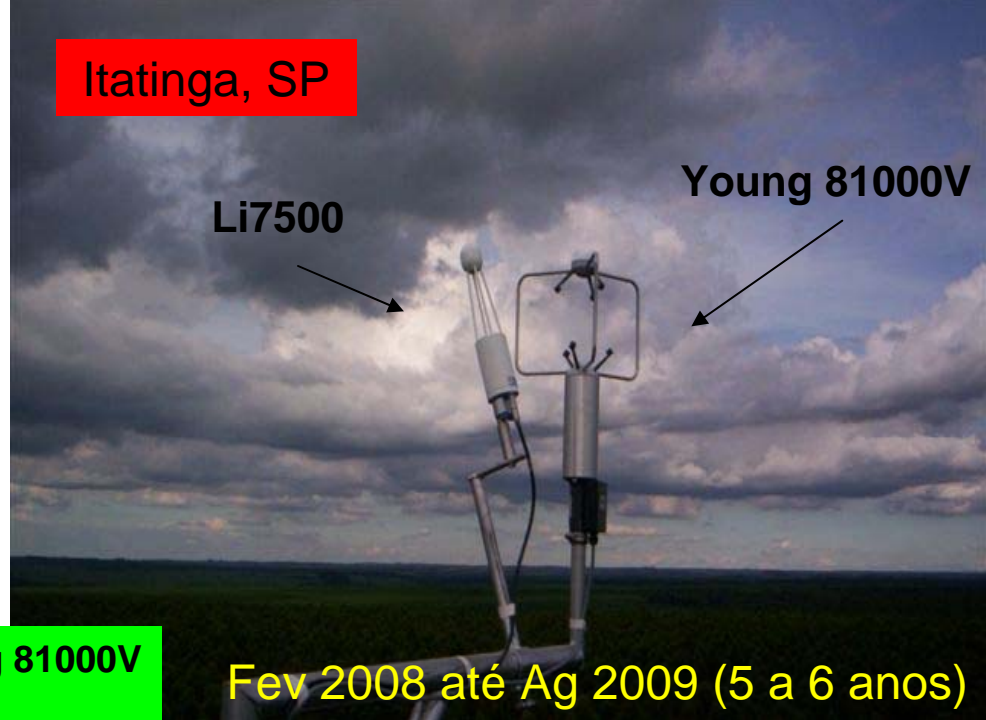
Nos 3 povoamentos
Evapotranspiração real (ETR),
fluxos de calor sensíveis (H), e
fluxos de CO₂ foram
estimados por “eddy-
covariance”

Em Itatinga, ETR foi também
estimado por balanço no solo

Itatinga, SP

Li7500

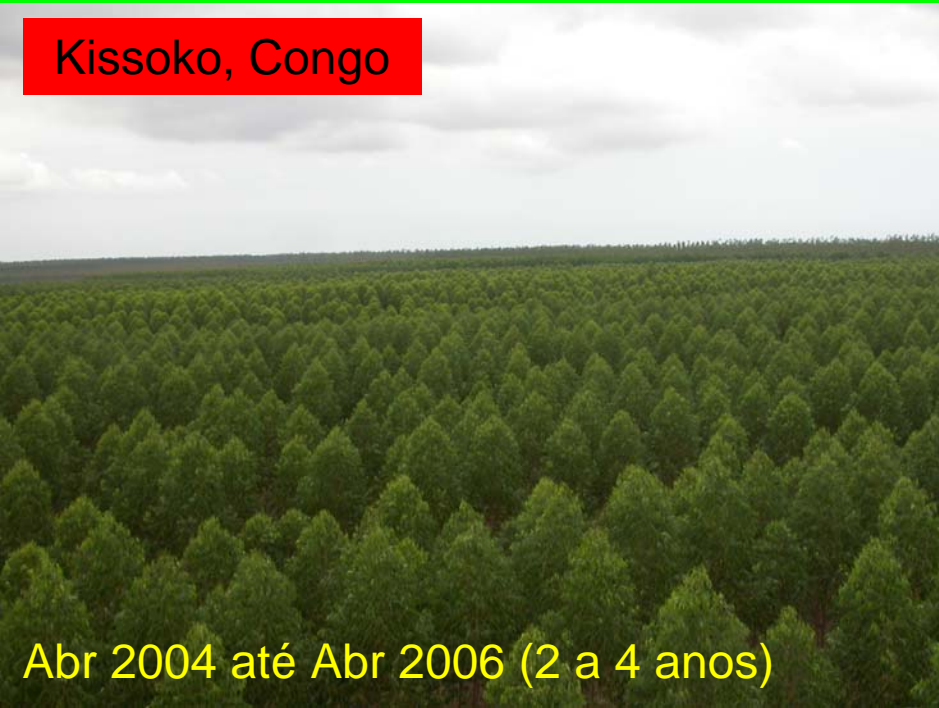
Young 81000V



Fev 2008 até Ag 2009 (5 a 6 anos)

Eddy fluxes: Li-7500; 3D sonic anemometers Young 81000V
Dados brutos processados com EdiRe

Kissoko, Congo



Abr 2004 até Abr 2006 (2 a 4 anos)

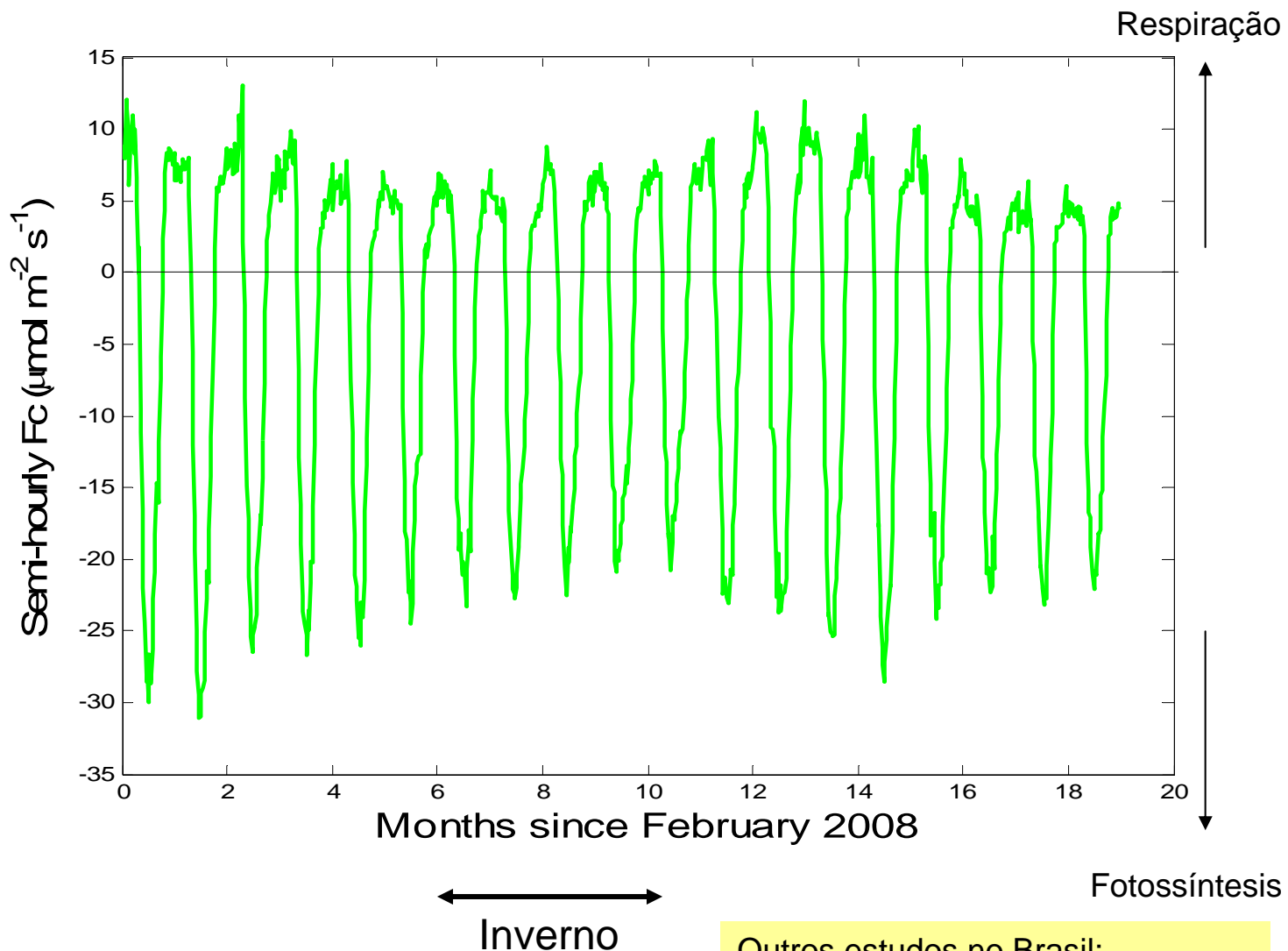
Hinda, Congo



Jan 2001 até Jan 2002 (2 a 4 anos)



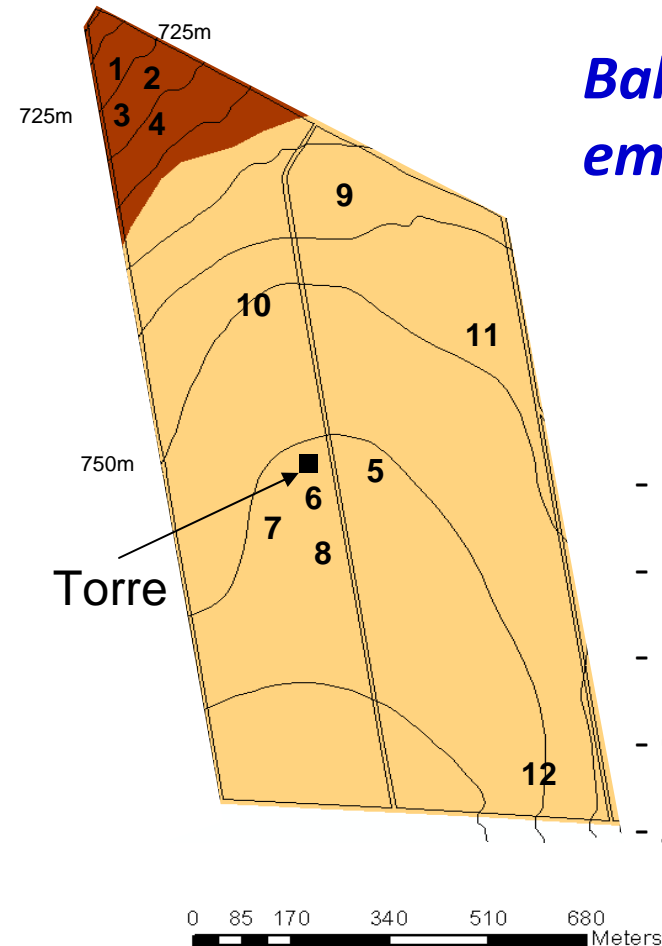
O desafio: quantificar os componentes do C emitido



Outros estudos no Brasil:
Amazonia + eucalipto-cerrado-cana

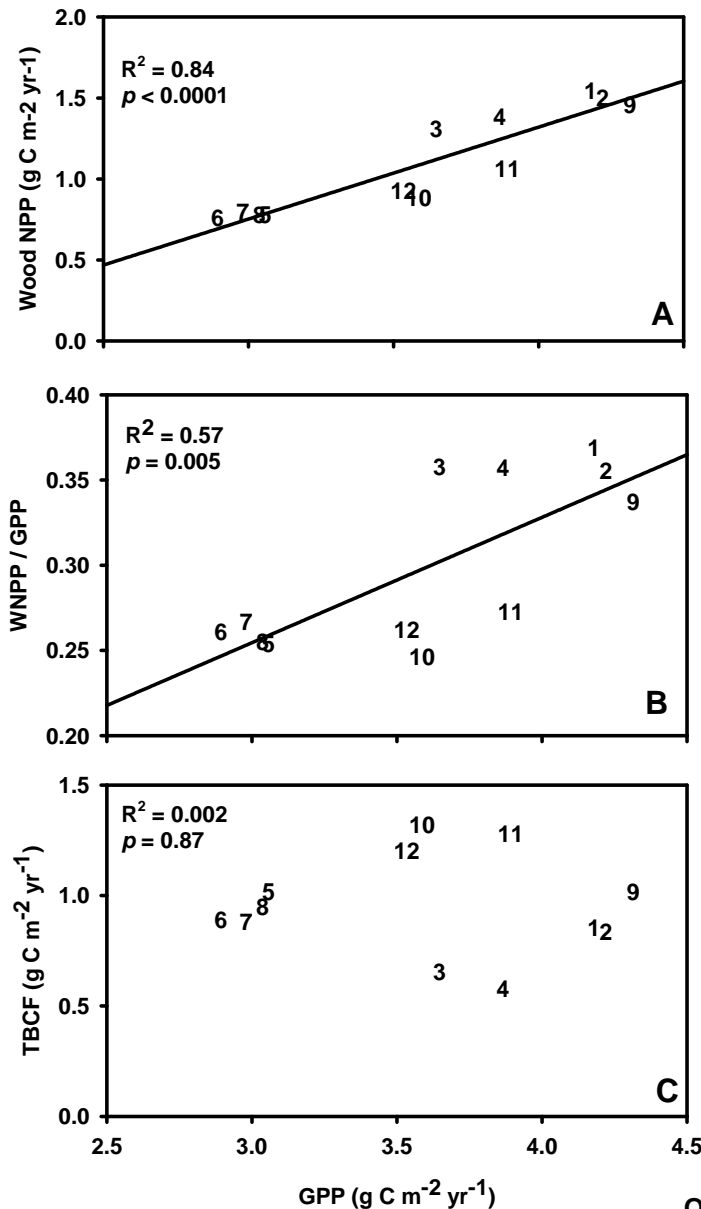
Variabilidade dos fluxos de C na escala do talhão

Balanço de Carbono em 12 parcelas



- Biomassa destrutiva ($n=55$)
- Decomposição de tocos ($n=20$)
- Respiração de solo (a cada 15 dias)
- Queda de serapilheira (15 dias)
- Serapilheira depositada (anual)





Projeto EUCFLUX, Itatinga (SP)

A produção de madeira (WNPP) aumenta com a fixação bruta de C (GPP) devido a:

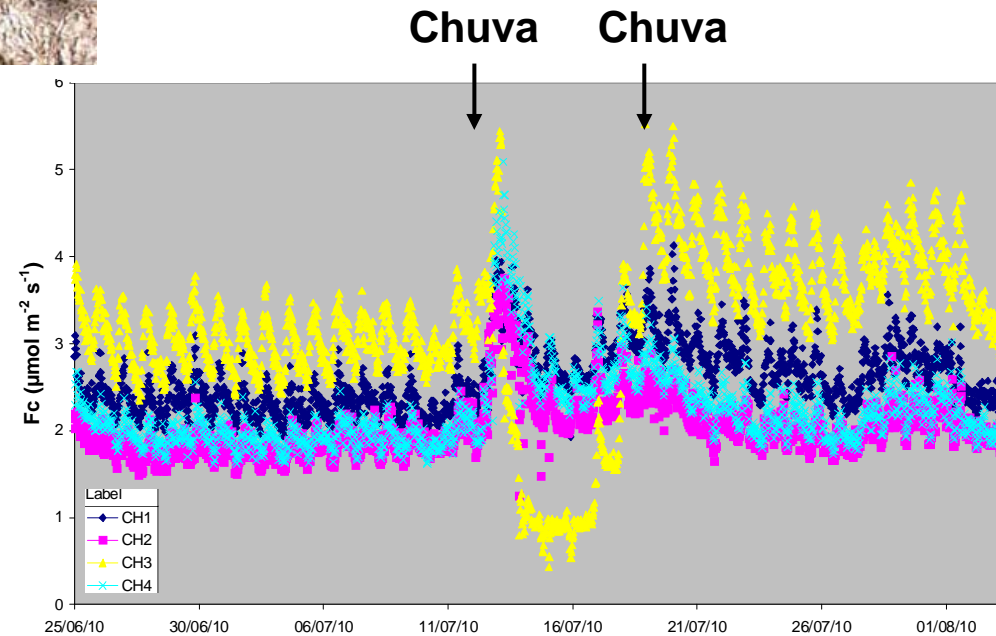
- (A) um aumento de carboidratos produzidos(GPP);
- (B) um aumento da partição para a produção de madeira (WNPP).
- (C) A alocação de C no solo (TBCF) não muda com a fixação bruta de C (GPP)

Consistente com outros resultados no Brasil (rede BEPP)

Otávio C. Campoe et al. 2010



Medições automáticas da Respiração do solo



Uso de água = evapotranspiração real



Opinião pública

Florestas nativas: alta ETR é bom!



Eucaliptos: alta ETR é mal!

Para plantações de *Eucalyptus*, altas ETR significam:

POSITIVO:

Perdas de nutrientes baixas

↗ Úmidade da atmosfera

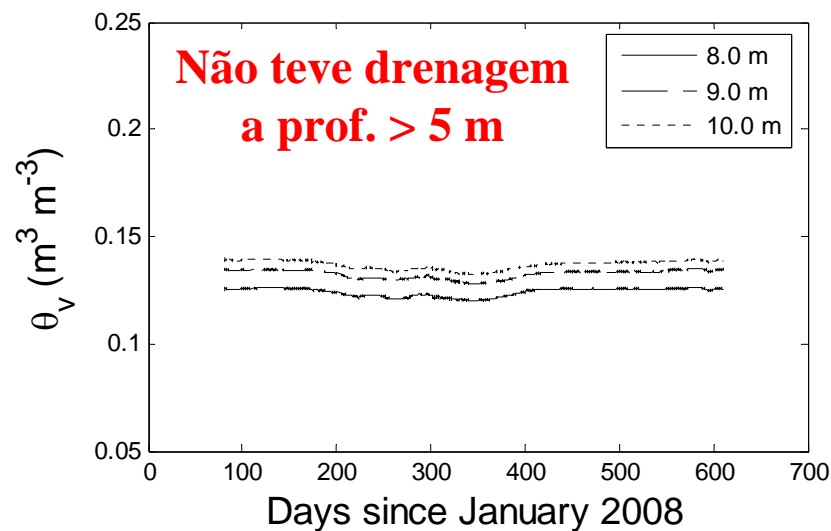
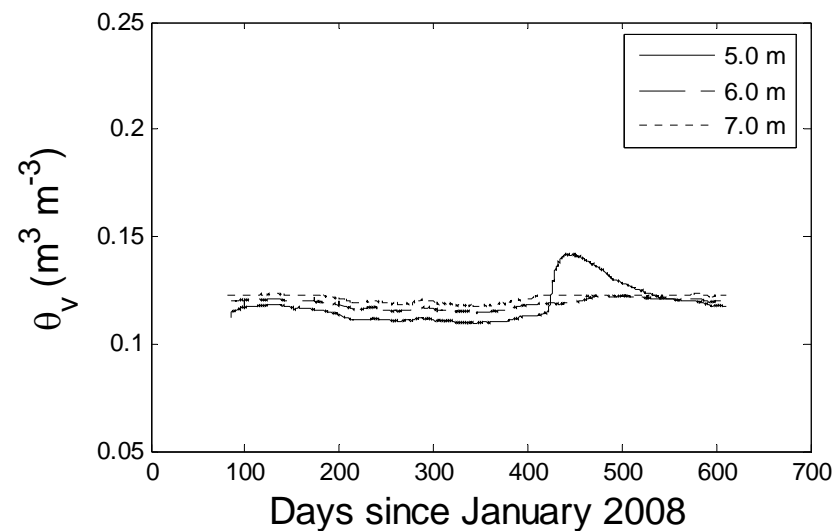
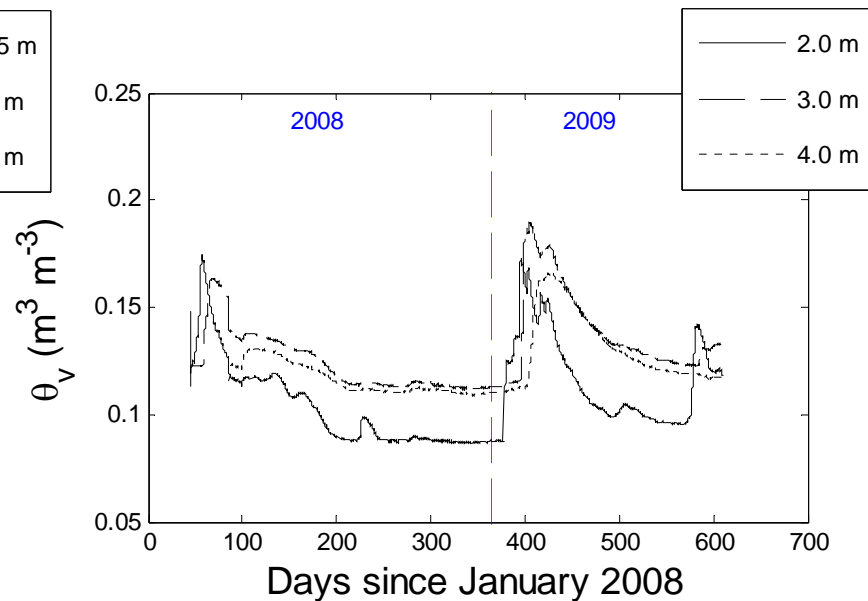
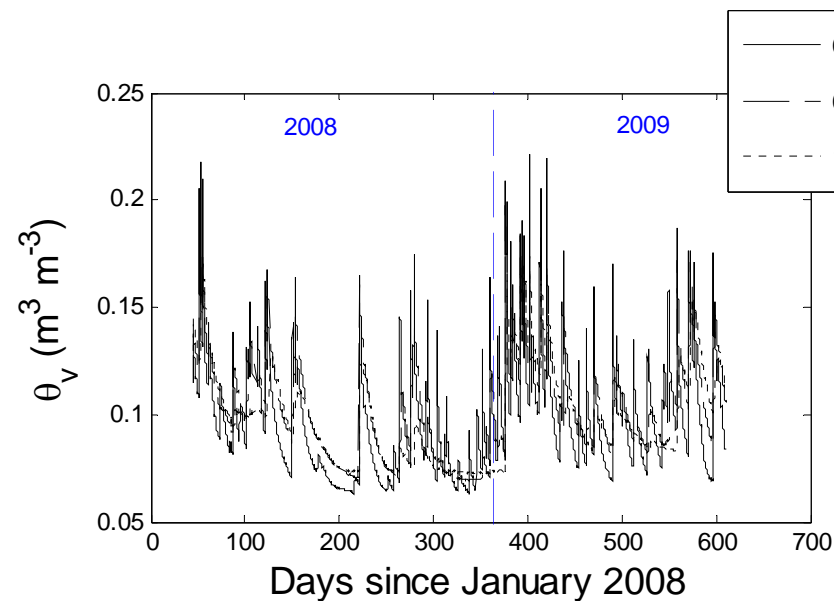
NEGATIVO:

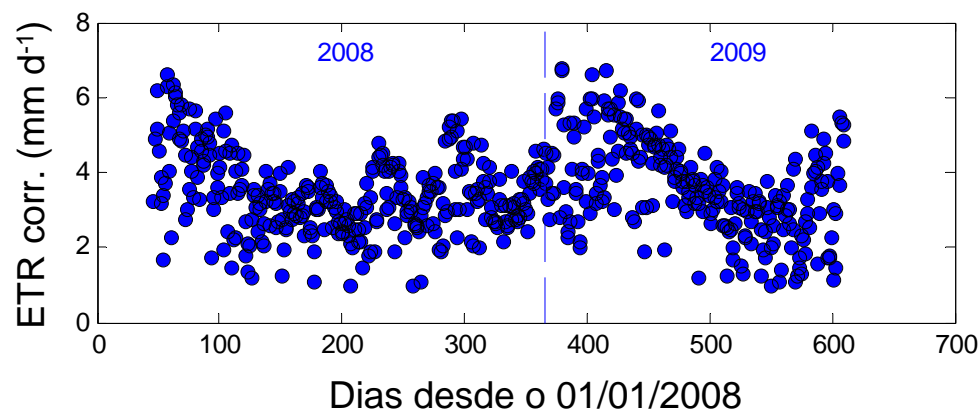
Se $ETR > \text{chuvas}$: vazão dos rios ↘



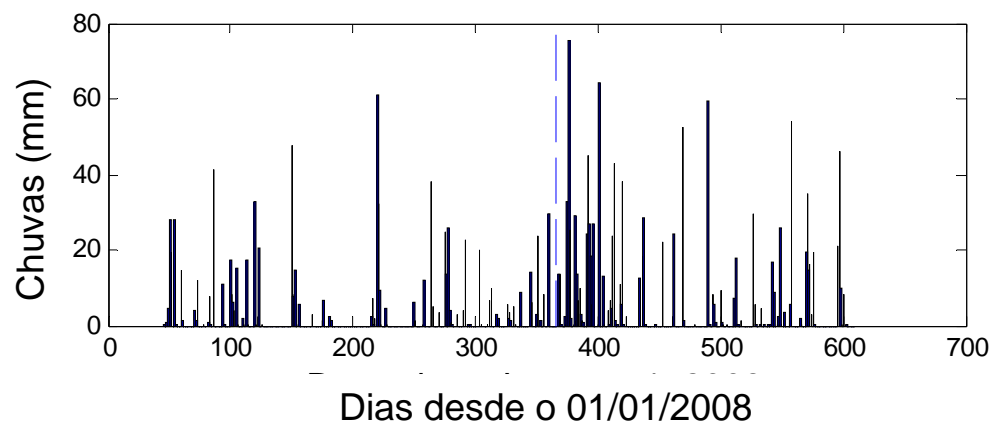


Copa das árvores vista de 10 m de profundidade

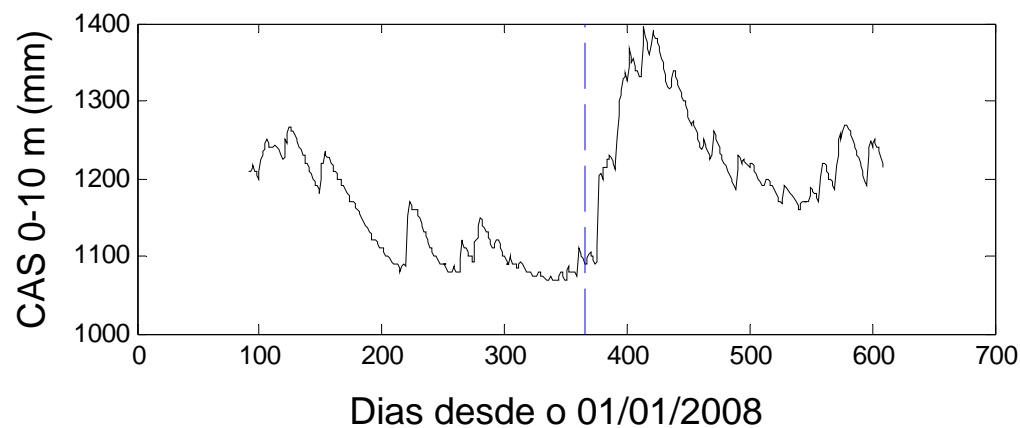




ETR medida por
eddy-covariance

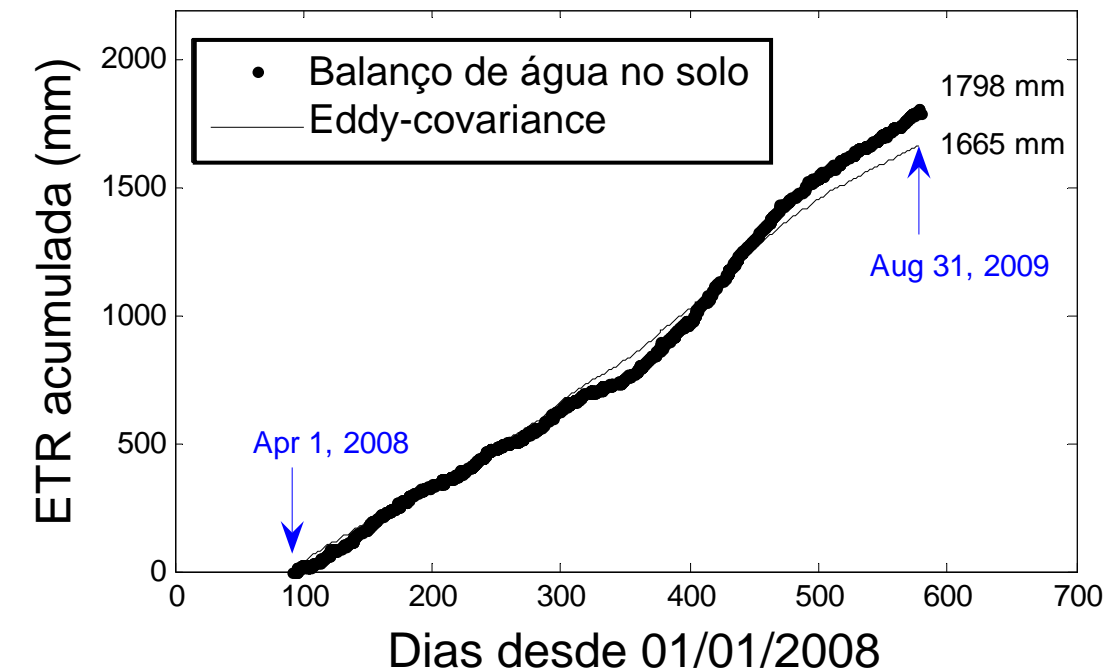


Pluviometria

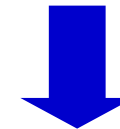


Conteudo de Água no Solo

Comparação entre ETR acumulada avaliada por eddy-covariance e por balanço de água no solo



Boa correspondência entre ETR estimada pelo método de eddy-covariance e ETR estimado pelo balanço de água no solo até 10 m de profundidade (corrigindo pelo balanço radiativo)



Absorção baixa de água além de 10 m de profundidade ou no lençol freático.

	BRASIL	CONGO	
	Itatinga	Kissoko	Hinda
Radiações globais (MJ m ⁻² ano ⁻¹)	6342	4494	4220
Radiações líquidas (MJ m ⁻² ano ⁻¹)	3834	2754	2724
Pluviometria anual (mm ano ⁻¹)	1360	1125	1200
ETR (mm ano ⁻¹)	1360	747	648
Drenagem profunda (mm ano ⁻¹)	0	378	552
LAI (m ² m ⁻²)	3,2	2,4	1,4
Produção de madeira do tronco (t MS ha ⁻¹ ano ⁻¹)	18,5	16,6	11,4
EUA para produção de madeira do tronco (g MS kg ⁻¹ H2O)	1,4	2,2	1,8

E. grandis

E. urograndis

E. híbrido natural

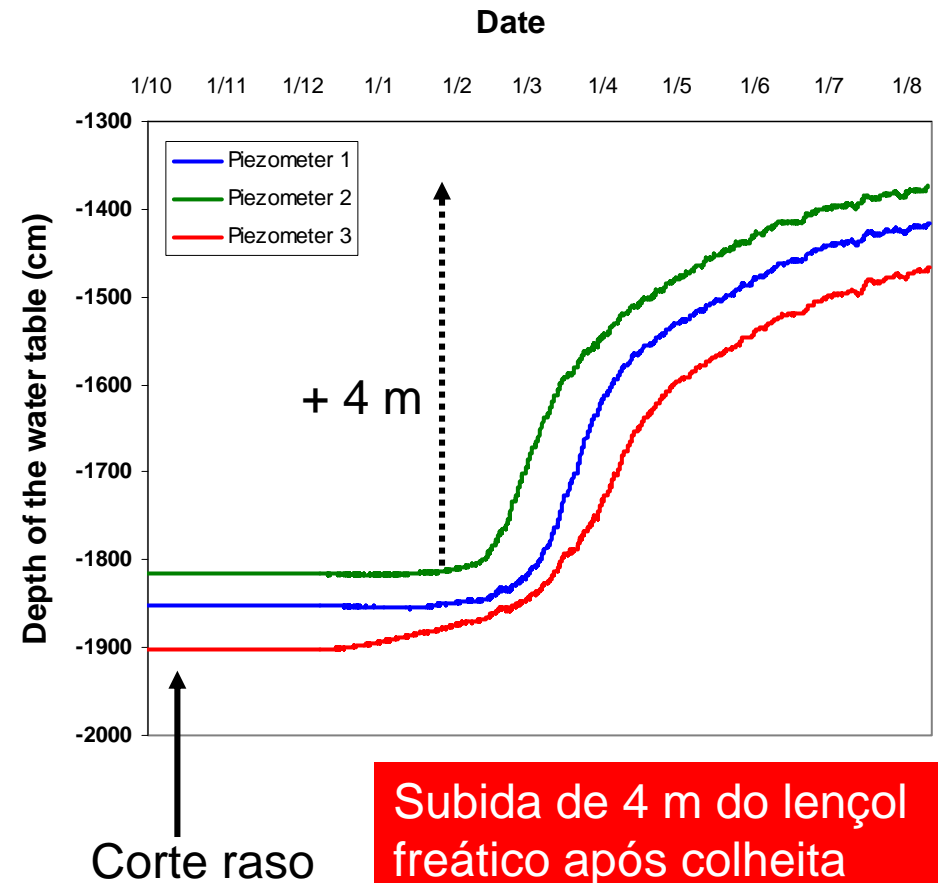
1 Fortes variações de ETR em função da distribuição das chuvas, solo, adubação, material vegetal,...

2 Entretanto, achamos fortes variações de EUA => perspectivas: produção de madeira ↗ e ETR ↘

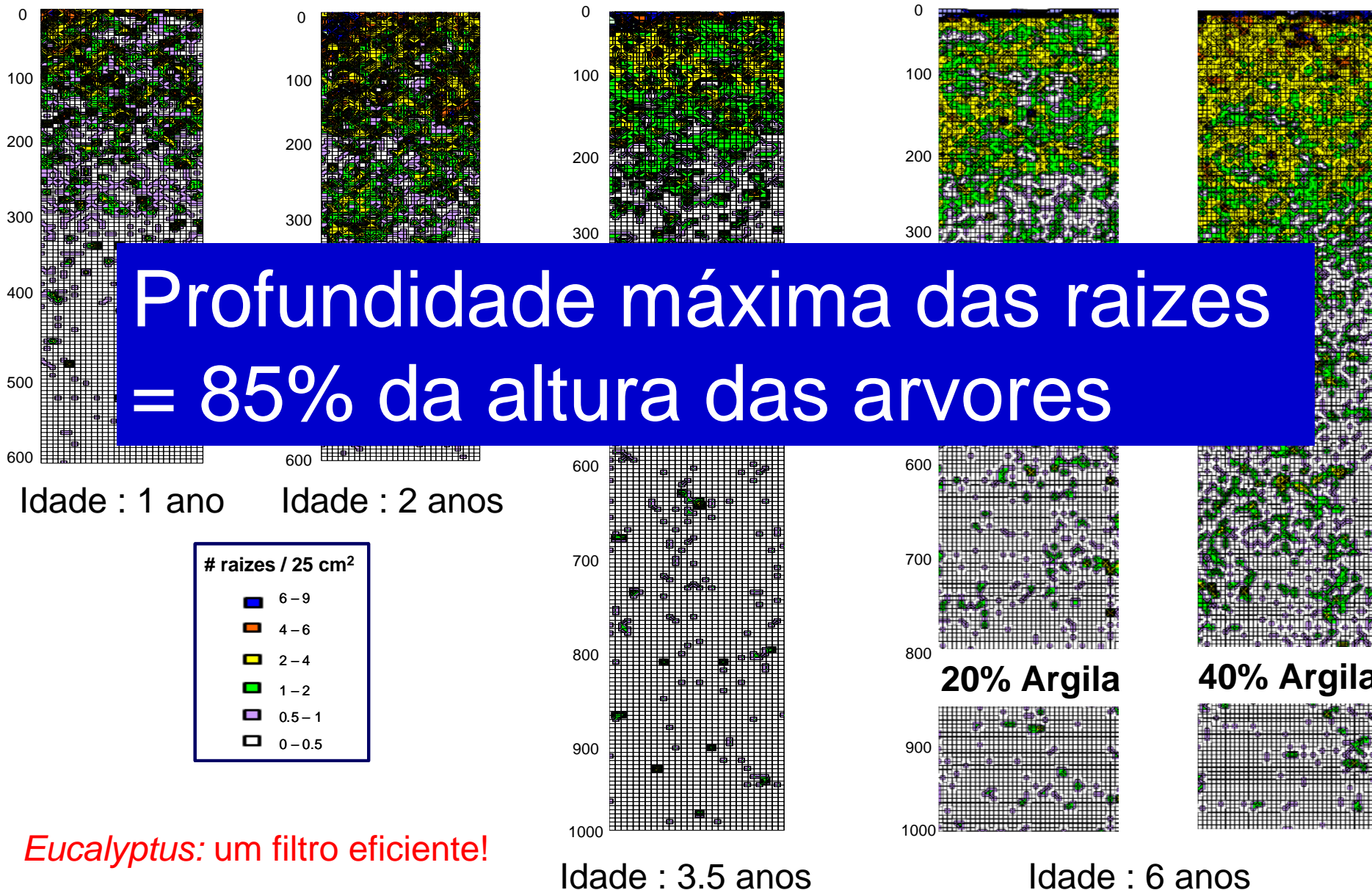
Nível do lençol freático



Piezometro instalado até 20 m de profundidade

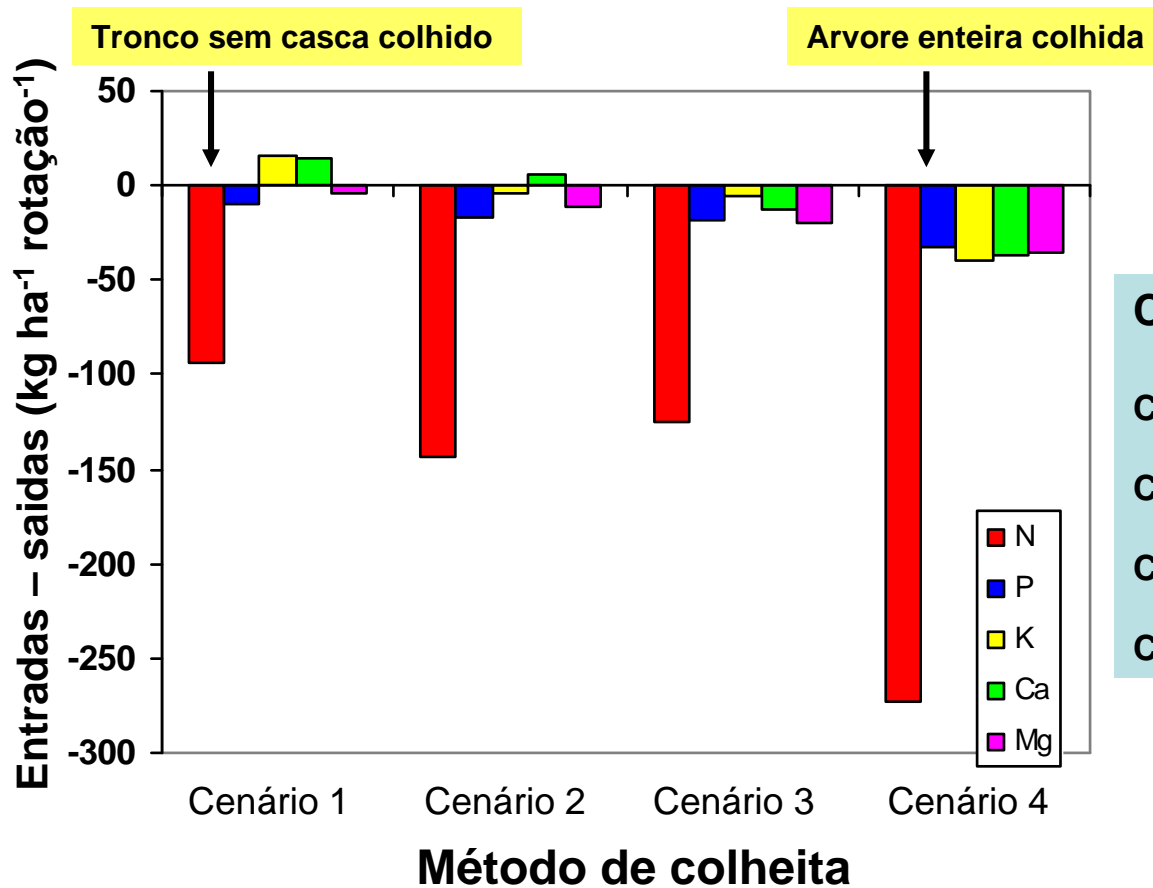


Exploração do solo pelas raízes finas (diâm. < 1 mm)



Balanços de nutrientes e fertilidade do solo

No Congo



Mais conservativo

Balanços de nutrientes e fertilidade do solo

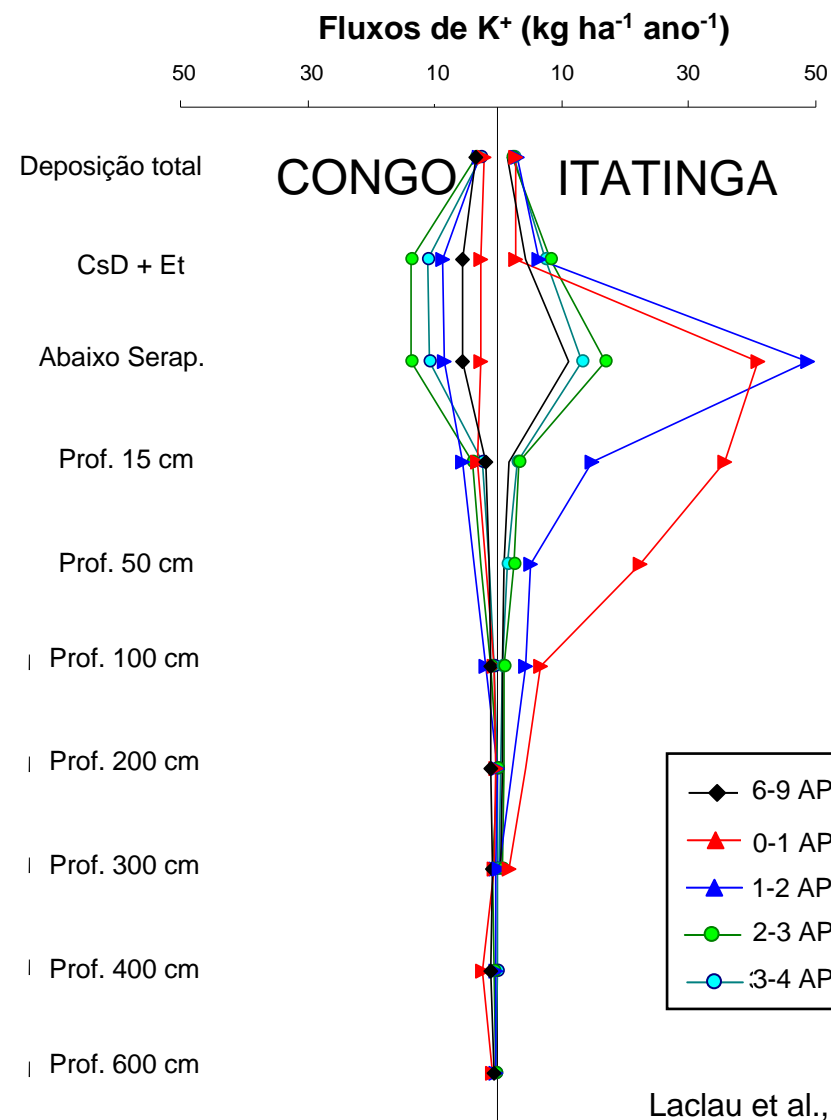
Em Itatinga, as adubações conduzem a um aumento dos estoques de nutrientes no solo.

excepto para nitrogênio se a casca e os galhos são exportados dos talhões.

Balanços (kg ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
ITATINGA					
- Tronco sem casca colhido	24	20	99	406	220
- Tronco com casca colhido	-11	15	81	306	199
- Tronco + galhos grossos colhidos	-21	14	76	299	197
- Arvore inteira colhida	-124	7	51	276	184

Possibilidade de reduzir a adubação?

Lixiviação de nutrientes e parcelamento da adubação

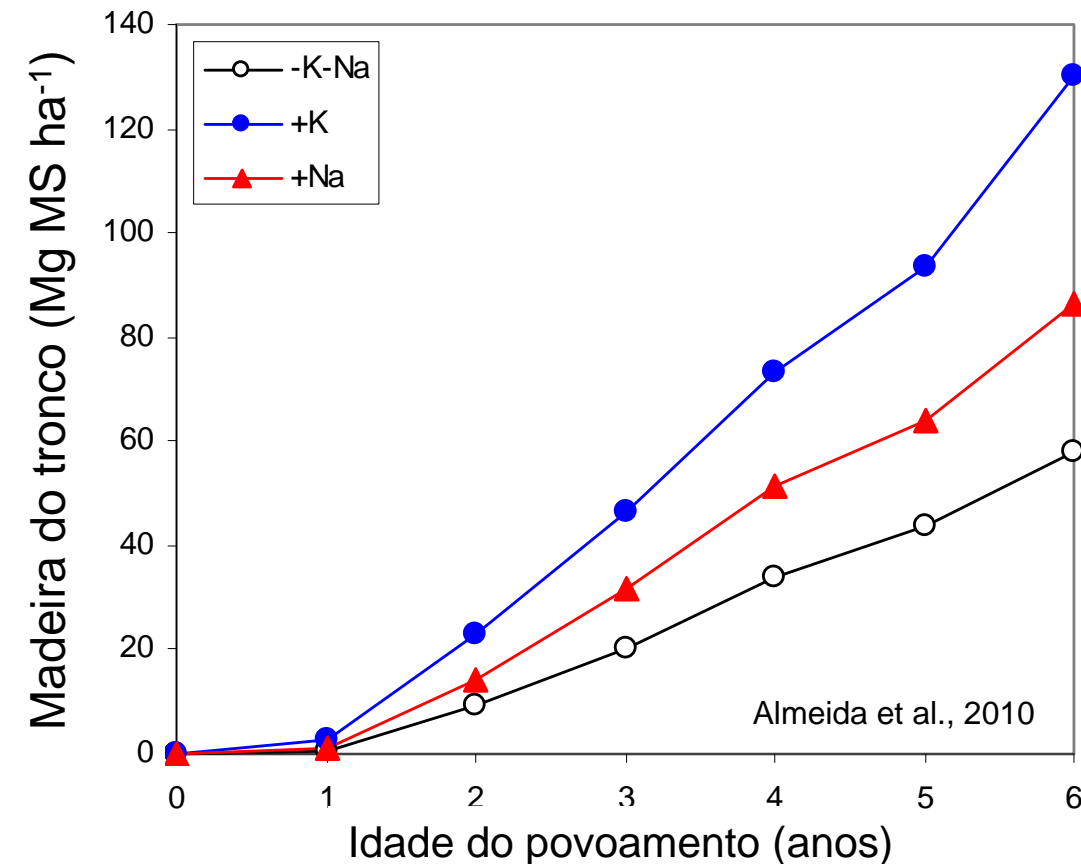


Em solos arenosos (90% de areia no Congo e 75% em Itatinga) as perdas a 3 m de profundidade são < deposições atmosféricas.

Qual é o parcelamento da adubação a aplicar nas empresas?

Laclau et al., 2010

Substituição do K^+ pelo Na^+

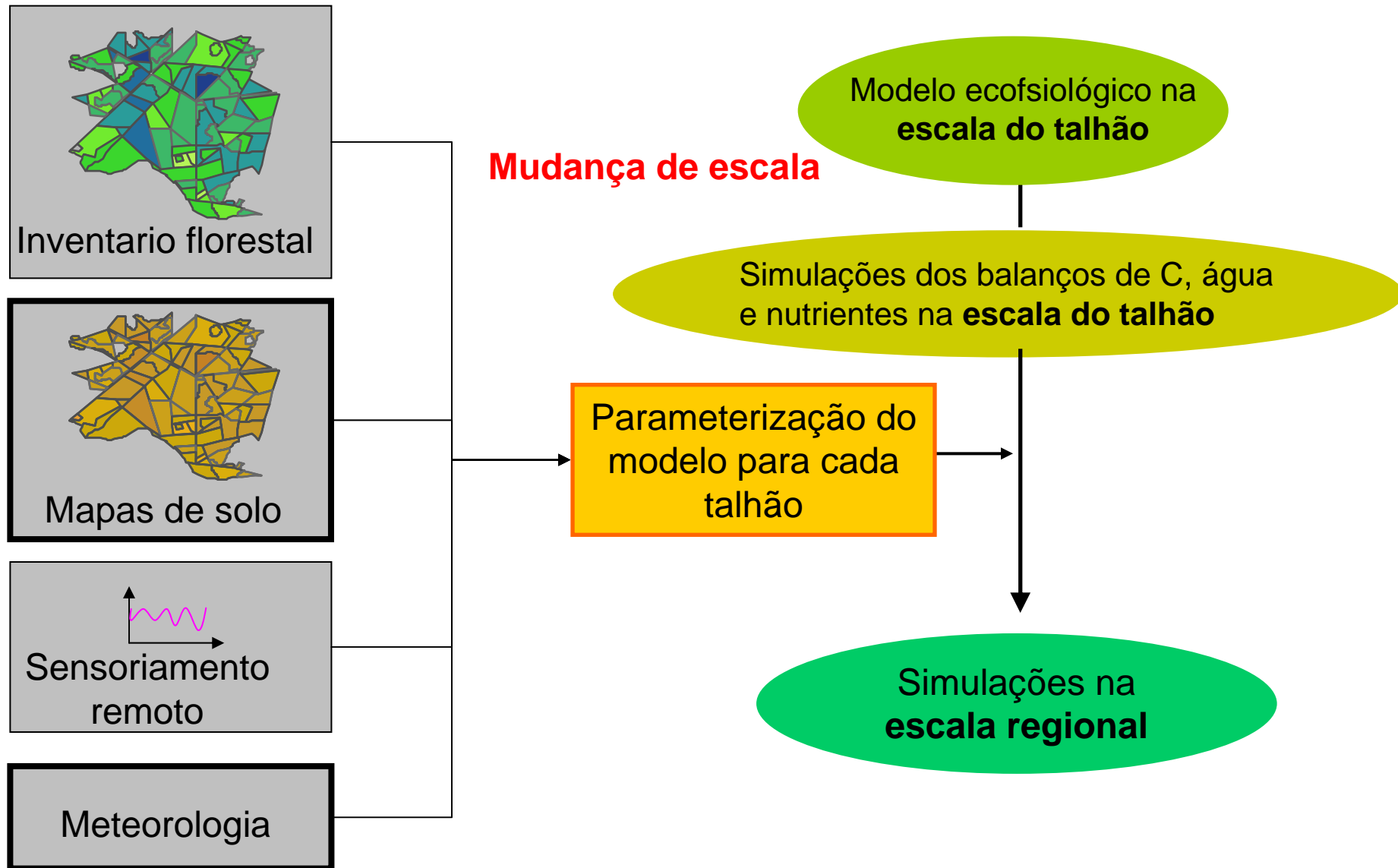


Na idade de 6 anos:

- Biomassa de madeira x 1,5 com aplicação de NaCl;
- Biomassa de madeira x 2,2 com aplicação de KCl.

- ➡ Primeira vez que uma resposta positiva ao aporte de NaCl foi demonstrada em floresta;
- ➡ Custo do NaCl < 20% do custo do KCl;
- ➡ Uma adubação misturando KCl e NaCl poderia ser promissora para as empresas;
- ➡ Pesquisas necessárias para entender os processos envolvidos.

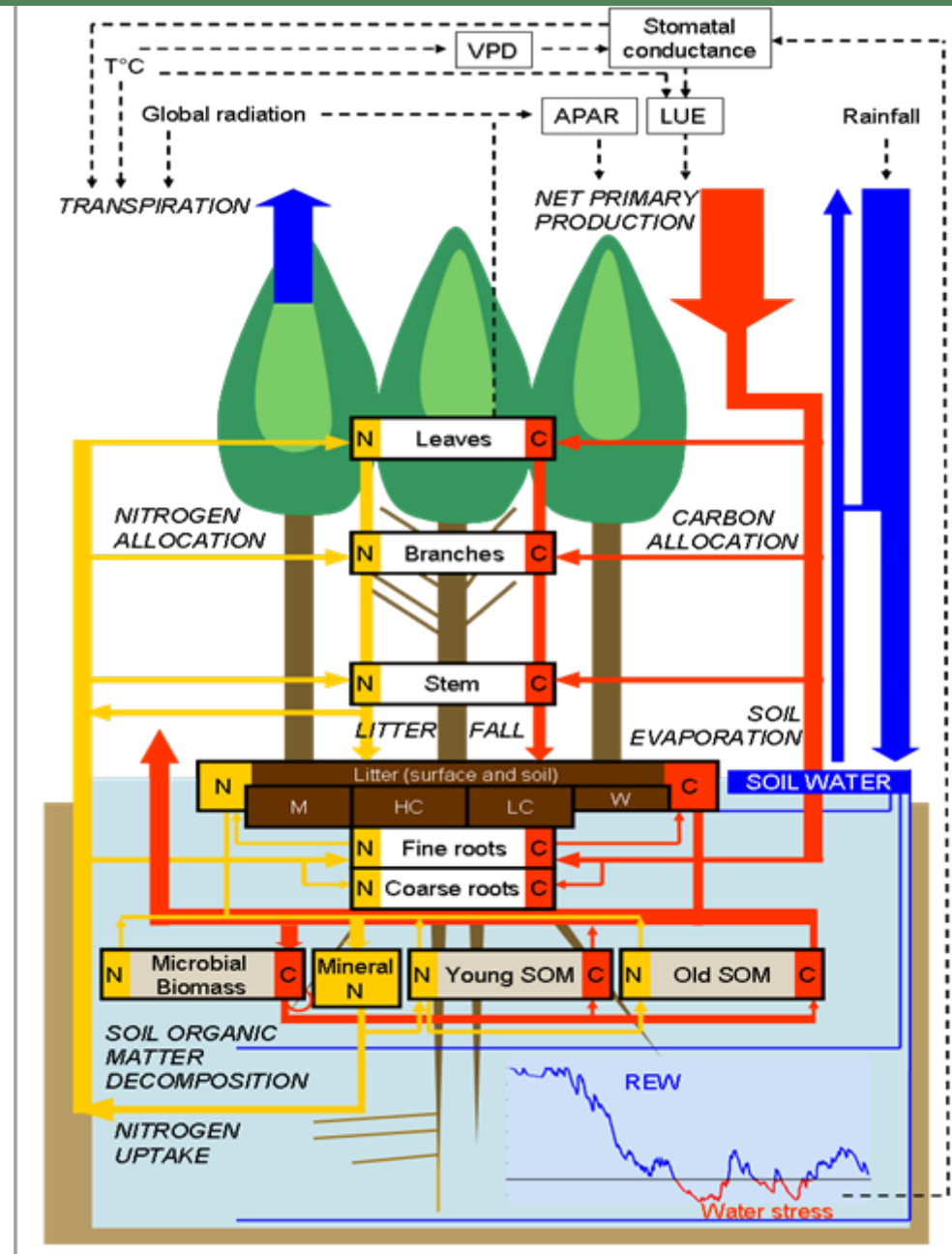
Modelagem espacial dos balanços de C, água e nutrientes



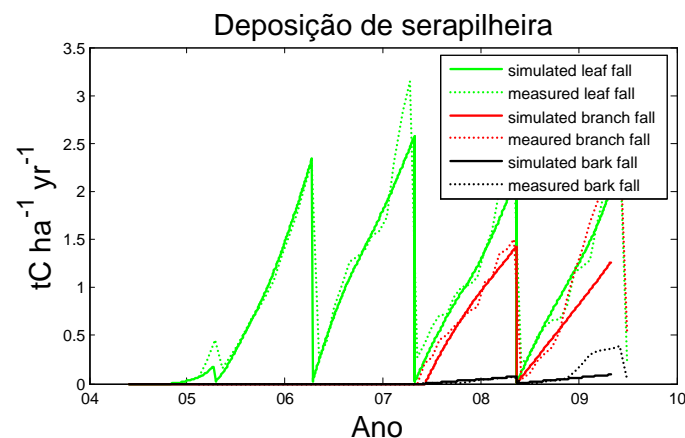
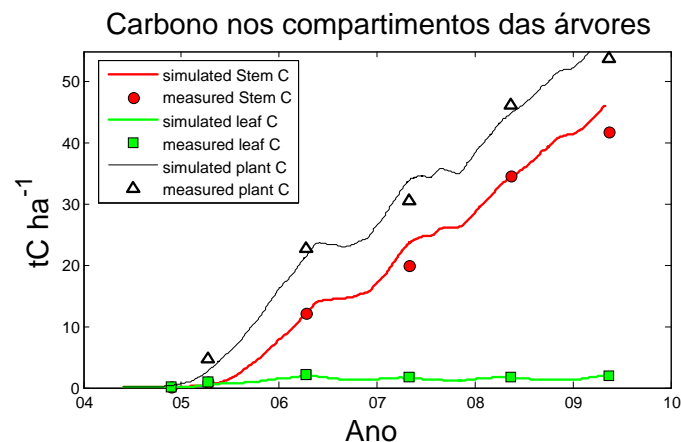
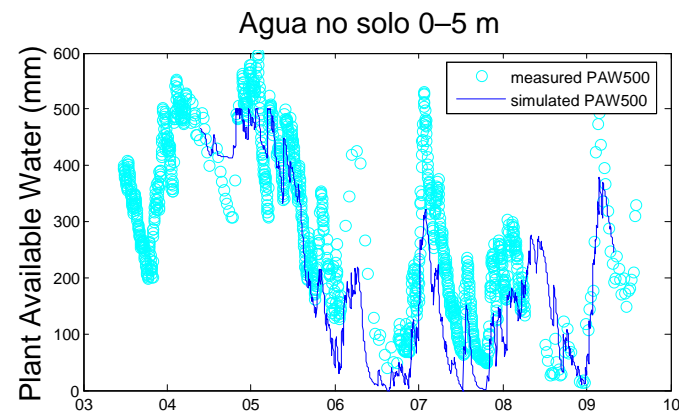
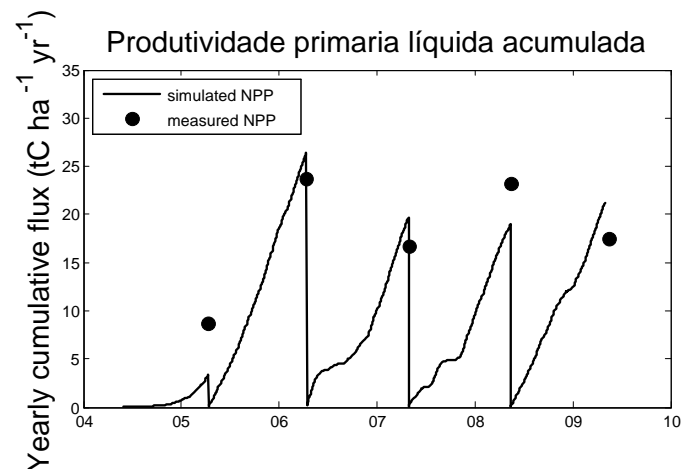
O modelo G'Day

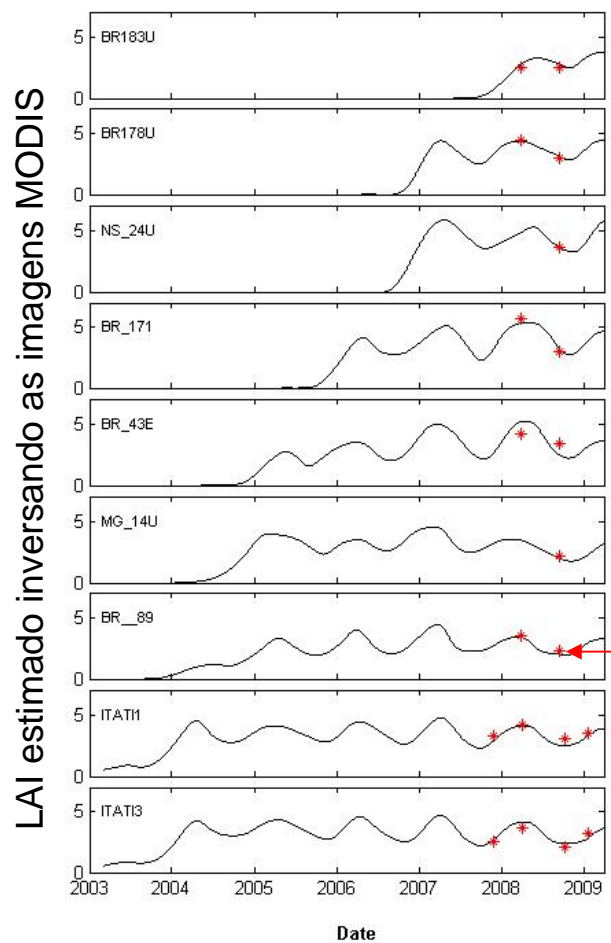
“Simples” mas com uma descrição dos principais processos biofísicos entre as plantas e o solo.

Doutorado: C. Marsden

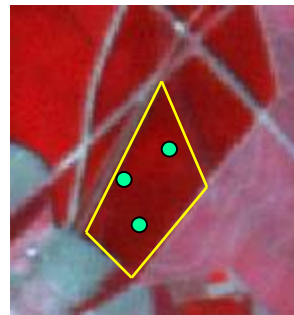


Parameterização sobre uma rotação completa em Itatinga (E.E. Esalq) representativa da silvicultura nas empresas





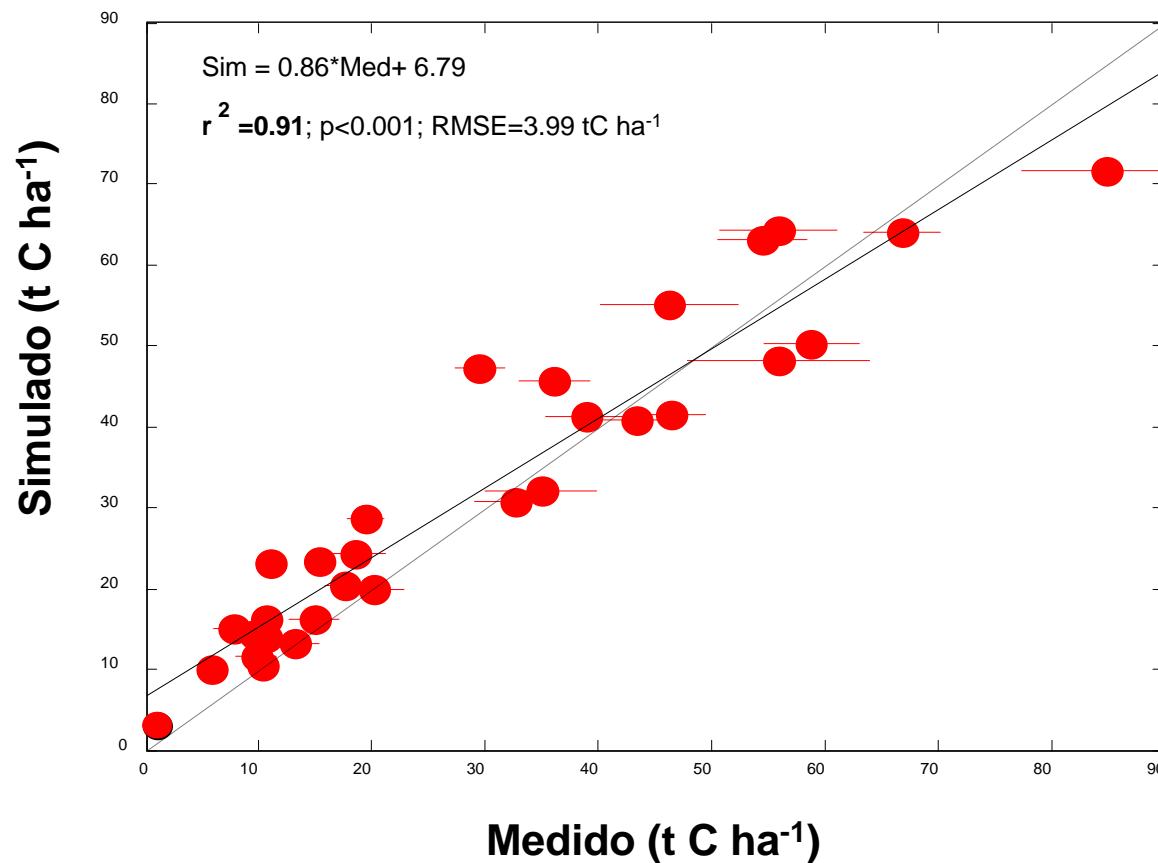
Validação com medições destrutivas



Integração no modelo G'Day

Biomassa do tronco (t C ha⁻¹)

G'Day com LAI forçado pelo
sensoriamento remoto



Pesquisas prioritárias ao curto prazo:

- ➡ Estudar os efeitos das interações entre os ciclos de C, água e nutrientes sobre o funcionamento das árvores;

Experimento cruzando redução de chuva com disponibilidade de nutriente (E.E. da Esalq em Itatinga)



Pesquisas prioritárias ao curto prazo:

➡ A intensificação ecológica da produção;

Experimentos com plantações consorciadas de eucaliptos e acácias (E.E. da Esalq em Itatinga + empresas florestais)



Muito obrigado pela atenção

Desde 2008:

➡ Recursos:

- Obtidos: Empresas do IPEF (10), ANR - CIRAD (França), + apoio técnico da USP;
- Submetidos: Temático FAPESP, Agreenium (França);

➡ **Doutorados** no Brasil: FAPESP (2), CNPq (1), CAPES (1), CIRAD-INRA (2);

➡ **Publicações**: > 20 artigos em revistas internacionais;

A lista está disponível sob demanda!